

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-237774

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl.

H04B 10/08  
G01M 11/00  
H04B 10/02  
H04B 10/17  
H04B 10/16  
H04B 17/02

(21)Application number : 2000-043097

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 21.02.2000

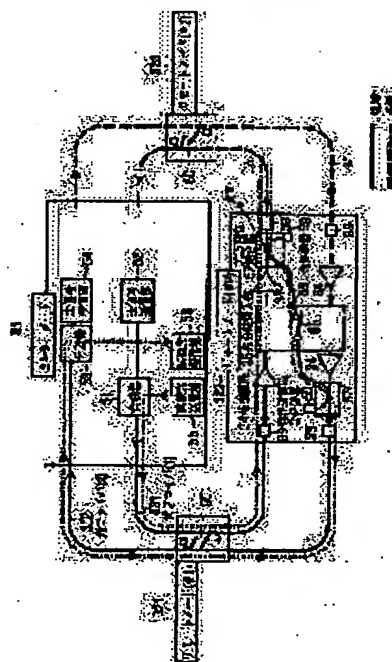
(72)Inventor : TAKACHIO NOBORU  
IWATSUKI KATSUMI  
TSUNODA MASATOYO

## (54) DEVICE AND METHOD FOR TESTING OPTICAL TRANSMISSION LINE AND NETWORK

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical transmission line testing device and method and a network, capable of reducing the loss of a transmission line and improving a transmission distance.

**SOLUTION:** A center node 31 and remote nodes 321, 322, and 323 are connected like a ring through two optical fibers 331 and 332, in this optical transmission line testing device. The center node 31 is constituted of a main signal-transmitting part 52 for transmitting a main signal to the optical fibers, a main signal-receiving part 56 for receiving the main signal from the optical fibers, a test light transmitting part 55 for transmitting test light to the optical fibers, in order to find out the states of the optical fibers between each node, and a test light-receiving 56 for receiving the test light from the optical fibers. Each of remote nodes 321, 322, and 323 is respectively constituted of a light amplifier 34 arranged at the optical fibers, an optical path 58 arranged between the two main signal output terminals of the two optical fibers, and an optical path switch 60 arranged on the optical path.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

A

No. 7

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-237774

(P 2001-237774 A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001. 8. 31)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 4 B 10/08

G 0 1 M 11/00

R 2G086

G 0 1 M 11/00

H 0 4 B 17/02

E 5K002

H 0 4 B 10/02

9/00

K 5K042

10/17

H

10/16

J

審査請求 未請求 請求項の数 1 3

O L

(全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-43097 (P2000-43097)

(22) 出願日 平成12年2月21日 (2000. 2. 21)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 高知尾 昇

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 岩月 勝美

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外2名)

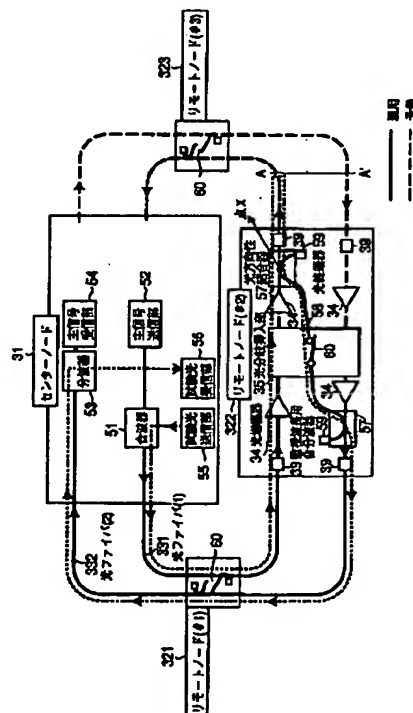
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送線路試験装置、試験方法及びネットワーク

(57) 【要約】

【課題】 本発明の課題は、伝送線路の損失を低減することが可能となり、伝送距離を改善できる光伝送線路試験装置、試験方法及びネットワークを提供することにある。

【解決手段】 本発明は、センターノード31とリモートノード321、322、323が、2本の光ファイバ331、332によってリング状に接続された光伝送線路試験装置において、前記センターノード31は、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部52、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部56、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部55、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部56より構成され、前記各リモートノード321、322、323は、光ファイバに設けられた光増幅器34、2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に設けられた光経路58、及び光経路に設けられた光経路スイッチ60より構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードが、2 本の光ファイバによってリング状に接続された光伝送線路試験装置において、前記センターノードは、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部より構成され、前記各リモートノードは、光ファイバに設けられた光増幅器、及び 2 本の光ファイバの 2 つの主信号出力端間に設けられた光経路より構成されることを特徴とする光伝送線路試験装置。

【請求項 2】 少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードが、2 本の光ファイバによってリング状に接続された光伝送線路試験装置において、前記センターノードは、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部より構成され、前記各リモートノードは、光ファイバに設けられた光増幅器、2 本の光ファイバの 2 つの主信号出力端間に設けられた光経路、及び前記光経路に設けられた光経路スイッチより構成されることを特徴とする光伝送線路試験装置。

【請求項 3】 少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードが 2 本の光ファイバによってリング状に接続された最上位ネットワークと、前記各リモートノードに 2 つ以上の収容局が 2 本の光ファイバによってリング状に接続された中間ネットワークと、前記各収容局に 2 つ以上の光サービスユニットが接続された最下位ネットワークよりなる光伝送線路試験装置において、前記センターノードは、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部より構成され、前記各リモートノードは、光ファイバに設けられた光増幅器、2 本の光ファイバの 2 つの主信号出力端間に設けられた光経路、及び前記光経路に設けられた光経路スイッチより構成され、前記各収容局は、光ファイバに設けられた光増幅器、2 本の光ファイバの 2 つの主信号出力端間に設けられた光経路、前記光経路に設けられた光経路スイッチ、及び前記各光サービスユニットを接続する光合分波器より構成され、

前記各光サービスユニットは光通信装置から構成されることを特徴とする光伝送線路試験装置。

【請求項 4】 少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ

以上のリモートノードが 2 本の光ファイバによってリング状に接続されたネットワークを用い、

前記各ノード間の光ファイバの状態を知るためにセンターノードにおいて光ファイバに試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードに用いられている光増幅器の増幅帯域内にあり、各リモートノードにおいて電氣的に終端されることなく次のリモートノードあるいはセンターノードへと送出され、

センターノードより主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノードの光増幅器によって増幅されながら各リモートノードの 2 本の光ファイバの 2 つの主信号出力端間に接続された光経路及び光ファイバを伝送してセンターノードへ入射し、センターノードではその散乱光のみを取り出し、散乱光の時間的变化から光ファイバ断の位置を特定することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項 5】 少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードが 2 本の光ファイバによってリング状に接続されたネットワークを用い、

前記各ノード間の光ファイバの状態を知るためにセンターノードにおいて光ファイバに試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードに用いられている光増幅器の増幅帯域内にあり、各リモートノードにおいて電氣的に終端されることなく次のリモートノードあるいはセンターノードへと送出され、

各リモートノードにおいて、2 本の光ファイバの 2 つの主信号出力端間に接続された光経路に設けた光経路スイッチが、センターノードからの一元的なリモート制御によって、ネットワーク内で線路試験を行いたい伝送区間の位置に応じて開閉され、

センターノードより主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノードの光増幅器によって増幅されながら光経路スイッチが閉じた光経路及び光ファイバを伝送してセンターノードへ入射し、センターノードではその散乱光のみを取り出し、散乱光の時間的变化から光ファイバ断の位置を特定することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項 6】 少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードが 2 本の光ファイバによってリング状に接続された最上位ネットワーク、及び前記各リモートノードに 2 つ以上の収容局が 2 本の光ファイバによってリング状に接続された中間ネットワーク、及び前記各収容局に 2 つ以上の光サービスユニットが接続された最下位ネットワークよりなり、センターノードと各光サービスユニットが波長の異なる光を用いて通信を行い、リモートノードあるいは収容局内においては、通信を行うための光信号の電氣的終端処理を一切行わない光波長多重のネットワークを用い、

ネットワーク内の各ノード間あるいは収容局間の光ファイバの状態を知るためにセンターノードにおいて光ファ

イバに試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードあるいは各收容局に用いられている光増幅器の増幅帯域内にあり、各リモートノードあるいは收容局において試験光は電氣的に終端されることなく通過し、

各リモートノードおよび各收容局において、2本の光ファイバに対応した2つの主信号出力端間に接続された光経路に設けた光経路スイッチが、センターノードからの一元的なリモート制御によって、ネットワーク内で線路試験を行いたい伝送区間の位置に応じて開閉され、センターノードより主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノードあるいは收容局の光増幅器によって増幅されながら、光経路スイッチが閉じた光経路及び光ファイバを伝送してセンターノードへ入射し、センターノードではその散乱光を取り出し、散乱光の時間的变化からファイバ断の位置を特定することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項7】 請求項5記載の光伝送線路試験方法において、リモートノードに設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を、主信号にパイロットトーンを用いて重畳することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項8】 請求項5記載の光伝送線路試験方法において、リモートノードに設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を、主信号および試験光とは別の光信号を用いて伝達することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項9】 請求項6記載の光伝送線路試験方法において、リモートノードおよび收容局に設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を、主信号にパイロットを用いて重畳することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項10】 請求項6記載の光伝送線路試験方法において、リモートノードおよび收容局に設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を主信号および試験光とは別の光信号を用いて伝達することを特徴とする光伝送線路試験方法。

【請求項11】 主信号送信部、主信号受信部、試験光送信部、及び試験光受信部を有する少なくとも1つのセンターノードと、光増幅器を有する2つ以上のリモートノードとが2本の光ファイバによってリング状に接続され、各リモートノード内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続されたことを特徴とするネットワーク。

【請求項12】 主信号送信部、主信号受信部、試験光送信部、及び試験光受信部を有する少なくとも1つのセンターノードと、光増幅器を有する2つ以上のリモートノードとが2本の光ファイバによってリング状に接続され、各リモートノード内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続され、さらに前記光経路に光経路スイッチが設けられたことを特徴とするネットワーク。

【請求項13】 主信号送信部、主信号受信部、試験光送信部、及び試験光受信部を有する少なくとも1つのセンターノードと、光増幅器を有する2つ以上のリモートノードが2本の光ファイバによってリング状に接続され、前記各リモートノード内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続され、さらに前記光経路に光経路スイッチが設けられた最上位ネットワークと、

前記各リモートノードに光増幅器を有する2つ以上の收容局が2本の光ファイバによってリング状に接続され、前記各收容局内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続され、さらに前記光経路に光経路スイッチが設けられた中間ネットワークと、  
前記各收容局に2つ以上の光サービスユニットが接続された最下位ネットワークとを具備し、  
前記センターノードと各光サービスユニットが波長の異なる光を用いて通信を行い、リモートノードあるいは收容局内においては、通信を行うための光信号の電氣的終端処理を一切行わないことを特徴とするネットワーク。

## 20 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各中継ノードにおいては信号の電氣的終端処理を行わず、光信号のまま増幅あるいは光波長に応じてルーティングを行う光伝送システムを適用対象としている光伝送線路試験装置、試験方法及びネットワークに関するものである。

### 【0002】

【従来の技術】〔従来技術1〕図11は従来技術1の光伝送システムを示す構成説明図である。すなわち、送信ノード11と受信ノード12の間には複数の中継ノード131、132～13nが光ファイバ14により接続されている。前記各中継ノード131、132～13nの内部には、光ファイバ14の入力端及び出力端にそれぞれ試験光用合分波器151、152が接続され、前記試験光用合分波器151と152の間にはそれぞれ監視波長用合分波器161、162を介して光増幅器17が接続される。前記監視波長用合分波器161、162にはそれぞれ監視光受信部181、監視光送信部182を介して監視情報処理部19が接続される。

【0003】従来技術1の光伝送システムでは、図11に示すように中継ノード131、132～13n内では光増幅器17を用いた光線形中継方式が用いられている。図11に示したAA'の位置で光ファイバ14が切断された場合、破断点の下流に位置するすべての中継ノード131、132～13nにおいて、主信号断を検出する。したがって、すべてのノードで検出される主信号断の情報に惑わされることなく破断点を特定するため、各中継ノード131、132～13nから下流に監視情報のみを伝えることのできる監視波長が用いられている。ファイバが切断された直後の中継ノード131で主

信号断を感知した場合、その情報は感知した線形中継器の位置情報とともに監視波長によって次の中継ノード伝えられる。つぎのノードに位置する線形中継器においても主信号断を検知するものの、監視波長によって破断した中継区間の位置も同時に伝えられ、混乱を招くことなく信号の終端を行う受信ノード12において、破断が生じた中継区間が認識される。中継区間が特定された後、図12に示すように、その区間の両端に位置する局舎の試験光送信部20より試験光を光伝送線路に注入し、光伝送線路から戻ってくる後方散乱光のパワーを受信部21で測定し、その時間的变化を測定することで、その中継区間のどこでファイバが切れているかを特定する。試験光は通常主信号あるいは監視波長と異なる波長の光が用いられている。この試験光は、各伝送線路の両端に設置された試験光用合分波器162によって光伝送線路に入射される。このとき、伝送線路から戻ってきた光パワーの測定結果を図12(b), (c)に示す。破断点における切断の状況で2種類の観測結果が得られる。すなわち、図12(c)に示されたように、試験光によってファイバ内で発生する散乱光のうち逆に伝搬するものと試験光そのものが破断点で反射されその両方が観測される場合と、図12(b)に示されたように、散乱光のうち逆に伝搬する光のみが観測される場合である。いずれの場合も、時間に対して受信光パワーに不連続点が生じていることがわかる。この不連続点が発生している測定時間と試験光の光ファイバ伝播時間より、破断点までの距離を特定する。不連続点まで受信光パワーが減衰しているのは光ファイバの伝送損失によるものである。

【0004】〔従来技術2〕次に、このようなファイバ破断測定法を2ファイバ双方向リングネットワークへ適用する場合について説明する。まずリングネットワークの全体構成を図13に示す。1つのセンターノード31と複数のリモートノード321, 322, 32nを有し、それらは2本の光ファイバ331, 332で、リング状に接続されている。34は光増幅器、35は光分岐挿入部である。

【0005】図14にセンターノードの構成例を示す。センターノード31は、例えばリモートノード(#1)321に伝送したい主信号を信号処理部36で2つに分岐し、その2つの主信号を用いて、波長 $\lambda_1$ の発信周波数を持つ2つの光源37をそれぞれ変調し、その一方を光合波器38、監視波長用合分波器39、試験光用合分波器40を介して現用の光ファイバ(1)331に、他方を光合波器38、監視波長用合分波器39、試験光用合分波器40を介して予備の光ファイバ(2)332に入射する。同様に、リモートノード(#2)322に伝送したい主信号を用いて、波長 $\lambda_2$ の発信周波数を持つ2つの光源をそれぞれ変調し、その一方を現用の光ファイバ(1)331に、他方を予備の光ファイバ(2)332に波長 $\lambda_1$ の光信号と合波して、それぞれ入射す

る。以下同様にして、波長多重信号が、2本の光ファイバ331, 332に同時に入射される。41は光分波器、42はセクターである。

【0006】そして、光ファイバ(1)331においては反時計周りに、光ファイバ(2)332はその逆方向である時計周りに、センターノード31から各リモートノード321, 322, 32nへ向け送信波長多重信号が伝送される。ここで、各リモートノード321, 322, 32nの構成例を図15に示す。各リモートノード321, 322, 32nでは、2本の光ファイバ331, 332からそれぞれ波長多重信号が試験光用合分波器40、監視波長用合分波器39、光増幅器34を介して入射する。それぞれの波長多重信号のなかからそのノードにおいて分岐すべき波長を光分波器41を用いて選択する。そのノードで受信する必要のない信号は、センターノード31または別のリモートノード32nへと光信号のまま伝送される。2本のファイバ331, 332よりそれぞれ選択された所要の波長を持つ光信号のうちの一方を光スイッチ43により選択し光受信回路44で受信し、信号処理部45で電気信号に変換して処理が行われる。46は光送信回路、47は試験装置(試験光送信部)である。

【0007】2本の光ファイバ331, 332を伝送に用いるのは、光ファイバ切断に備え、一方の実線を現用とし他方の点線を予備系として用いるためである。現用光ファイバが切断された場合、予備用の光ファイバからの信号を受信できるようリモートノード321, 322, 32n内の光スイッチ43が切り替わる。

【0008】また、リモートノード321, 322, 32nからセンターノード31へ信号を伝送する場合も、2本のファイバ331, 332を用いて逆方向に信号が伝送され、センターノード31ではその一方を選択して受信する。

【0009】このような、光分岐挿入ノードを用いたノードにおいても同様に試験光挿入のための試験光用合分波器40が各伝送線路の入出力端に挿入される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】光ファイバの破断点を特定するための試験光を注入するための試験光用合分波器40が伝送線路の両端に挿入される。ところで、この試験光を入射するのは光ファイバが切断された場合のみではなく、光伝送線路の保守を目的として、インサービス時も常時行う必要がある。したがって、試験光用合分波器40は常時挿入しておく必要がある。

【0011】しかしながら、この試験光用合分波器40は損失を有している。したがって、終端処理が行われる受信ノード側で所要の信号対雑音比を得るためには、光伝送線路に挿入された試験光用合分波器40の損失分だけ光ファイバに入力される信号光パワーを大きくする必要がある。しかしながら、光ファイバ入力を増大させる

と光ファイバ非線型効果によって復調後の波形ひずみを生じることとなり、許容される光ファイバ入力にも上限値が存在する。したがって、結果的にこの試験光用合分波器40の損失が伝送距離を制限する原因となる。

【0012】特に、四光波混合等の非線型効果の影響で光ファイバ入力パワーが制限される波長多重伝送システムにとって、この損失が伝送距離に及ぼす影響は大きい。さらに、従来技術2として述べた光分岐挿入ノードを用いた2ファイバ双方向リングネットワークでは、ノードには線形中継器以外にも光合分波器や光スイッチ等の光信号処理装置が挿入される。これらは、すべて損失を有しており、伝送距離がますます制限される。

【0013】ところで、光ファイバの損失が0.3dB以下の波長域は1450nmから1650nmと200nmもあり、したがってこの莫大な光帯域のすべてを伝送に用いることができる可能性がある。実際、光波長多重システムにおける伝送帯域は増加の一途をたどっており、商用レベルで1540~1600nmの波長域が用いられる。さらに実験室レベルでは100nmを超える帯域を用いた伝送実験の報告例もある。ところが、この試験光を挿入するための試験光用合分波器40の損失は波長依存性をもっており、波長多重伝送システムのような広い光帯域を使用する光伝送システムにおいては、使用波長帯域幅を制限する要因となる。

【0014】したがって、主信号に損失を与えずに光伝送線路の切断位置を特定できる方法が必要である。

【0015】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、伝送線路の損失を低減することが可能となり、伝送距離を改善でき、また、ネットワーク内の伝送線路をセンターノード等で一元的に管理することが可能となり、人員配置の効率化が図れ線路復旧までに要する時間が低減される光伝送線路試験装置、試験方法及びネットワークを提供することを目的とする。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードが、2本の光ファイバによってリング状に接続された光伝送線路試験装置において、前記センターノードは、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部より構成され、前記各リモートノードは、光ファイバに設けられた光増幅器、及び2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に設けられた光経路より構成されることを特徴とするものである。

【0017】また本発明は、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードが、2本の光ファイバによってリング状に接続された光伝送線路試験装置に

において、前記センターノードは、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部より構成され、前記各リモートノードは、光ファイバに設けられた光増幅器、2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に設けられた光経路、及び前記光経路に設けられた光経路スイッチより構成されることを特徴とするものである。

【0018】また本発明は、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードが2本の光ファイバによってリング状に接続された最上位ネットワークと、前記各リモートノードに2つ以上の収容局が2本の光ファイバによってリング状に接続された中間ネットワークと、前記各収容局に2つ以上の光サービスユニットが接続された最下位ネットワークよりなる光伝送線路試験装置において、前記センターノードは、光ファイバに主信号を送信する主信号送信部、光ファイバから主信号を受信する主信号受信部、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバに試験光を送信する試験光送信部、及び光ファイバから試験光を受信する試験光受信部より構成され、前記各リモートノードは、光ファイバに設けられた光増幅器、2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に設けられた光経路、及び前記光経路に設けられた光経路スイッチより構成され、前記各収容局は、光ファイバに設けられた光増幅器、2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に設けられた光経路、前記光経路に設けられた光経路スイッチ、及び前記各光サービスユニットを接続する光合分波器より構成され、前記各光サービスユニットは光通信装置から構成されることを特徴とするものである。

【0019】また本発明の光伝送線路試験方法は、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードが2本の光ファイバによってリング状に接続されたネットワークを用い、前記各ノード間の光ファイバの状態を知るためにセンターノードにおいて光ファイバに試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードに用いられている光増幅器の増幅帯域内にあり、各リモートノードにおいて電気的に終端されることなく次のリモートノードあるいはセンターノードへと送出され、センターノードより主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノードの光増幅器によって増幅されながら各リモートノードの2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に接続された光経路及び光ファイバを伝送してセンターノードへ入射し、センターノードではその散乱光のみを取り出し、散乱光の時間的変化から光ファイバ断の位置を特定することを特徴とする。

【0020】また本発明の光伝送線路試験方法は、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノード



ドが2本の光ファイバによってリング状に接続されたネットワークを用い、前記各ノード間の光ファイバの状態を知るためにセンターノードにおいて光ファイバに試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードに用いられている光増幅器の増幅帯域内にあり、各リモートノードにおいて電氣的に終端されることなく次のリモートノードあるいはセンターノードへと送出され、各リモートノードにおいて、2本の光ファイバの2つの主信号出力端間に接続された光経路に設けた光経路スイッチが、センターノードからの一元的なリモート制御によって、ネットワーク内で線路試験を行いたい伝送区間の位置に応じて開閉され、センターノードより主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノードの光増幅器によって増幅されながら光経路スイッチが閉じた光経路及び光ファイバを伝送してセンターノードへ入射し、センターノードではその散乱光のみを取り出し、散乱光の時間的変化から光ファイバ断の位置を特定することを特徴とする。

【0021】また本発明の光伝送線路試験方法は、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードが2本の光ファイバによってリング状に接続された最上位ネットワーク、及び前記各リモートノードに2つ以上の収容局が2本の光ファイバによってリング状に接続された中間ネットワーク、及び前記各収容局に2つ以上の光サービスユニットが接続された最下位ネットワークよりなり、センターノードと各光サービスユニットが波長の異なる光を用いて通信を行い、リモートノードあるいは収容局内においては、通信を行うための光信号の電氣的終端処理を一切行わない光波長多重のネットワークを用い、ネットワーク内の各ノード間あるいは収容局間の光ファイバの状態を知るためにセンターノードにおいて光ファイバに試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードあるいは各収容局に用いられている光増幅器の増幅帯域内にあり、各リモートノードあるいは収容局において試験光は電氣的に終端されることなく通過し、各リモートノードおよび各収容局において、2本の光ファイバに対応した2つの主信号出力端間に接続された光経路に設けた光経路スイッチが、センターノードからの一元的なリモート制御によって、ネットワーク内で線路試験を行いたい伝送区間の位置に応じて開閉され、センターノードより主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノードあるいは収容局の光増幅器によって増幅されながら、光経路スイッチが閉じた光経路及び光ファイバを伝送してセンターノードへ入射し、センターノードではその散乱光を取り出し、散乱光の時間的変化からファイバ断の位置を特定することを特徴とする。

【0022】また本発明は、前記光伝送線路試験方法において、リモートノードに設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を、主信号にパイロットトーンを用

いて重畳することを特徴とする。

【0023】また本発明は、前記光伝送線路試験方法において、リモートノードに設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を、主信号および試験光とは別の光信号を用いて伝達することを特徴とする。

【0024】また本発明は、前記光伝送線路試験方法において、リモートノードおよび収容局に設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を、主信号にパイロットを用いて重畳することを特徴とする。

【0025】また本発明は、前記光伝送線路試験方法において、リモートノードおよび収容局に設けられた光経路スイッチの開閉を制御する信号を主信号および試験光とは別の光信号を用いて伝達することを特徴とする。

【0026】また本発明のネットワークは、主信号送信部、主信号受信部、試験光送信部、及び試験光受信部を有する少なくとも1つのセンターノードと、光増幅器を有する2つ以上のリモートノードとが2本の光ファイバによってリング状に接続され、各リモートノード内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続されたことを特徴とするものである。

【0027】また本発明のネットワークは、主信号送信部、主信号受信部、試験光送信部、及び試験光受信部を有する少なくとも1つのセンターノードと、光増幅器を有する2つ以上のリモートノードとが2本の光ファイバによってリング状に接続され、各リモートノード内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続され、さらに前記光経路に光経路スイッチが設けられたことを特徴とするものである。

【0028】また本発明のネットワークは、主信号送信部、主信号受信部、試験光送信部、及び試験光受信部を有する少なくとも1つのセンターノードと、光増幅器を有する2つ以上のリモートノードが2本の光ファイバによってリング状に接続され、前記各リモートノード内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続され、さらに前記光経路に光経路スイッチが設けられた最上位ネットワークと、前記各リモートノードに光増幅器を有する2つ以上の収容局が2本の光ファイバによってリング状に接続され、前記各収容局内において2本の光ファイバの主信号出力端間が光経路で接続され、さらに前記光経路に光経路スイッチが設けられた中間ネットワークと、前記各収容局に2つ以上の光サービスユニットが接続された最下位ネットワークとを具備し、前記センターノードと各光サービスユニットが波長の異なる光を用いて通信を行い、リモートノードあるいは収容局内においては、通信を行うための光信号の電氣的終端処理を一切行わないことを特徴とするものである。

【0029】本発明は、各中継ノードにおいて、下り光信号出射端と上り光信号出射端との間に光経路を設ける。試験光にはネットワーク内で用いられている光増幅器の増幅帯域内の波長を持つ光を用い、従来と同様に試

験光に対する後方散乱光の時間変化を測定する。信号光の挿入位置は、例えばセンターノードのような信号終端処理を行うノードのみで行い、中継ノード等には試験光挿入のための試験光用合分波器を一切設けない。信号終端ノードにおける試験光は、信号送信ノードより主信号と合波して主信号と同じ方向に伝搬させ、試験光によって生じた散乱光は、送信ノードへ向かう上り信号とともに伝搬するよう各中継ノードを構成する。

【0030】本発明の適用対象としている光ネットワークあるいは光伝送システムは、各中継ノードにおいては信号の電氣的終端処理を行わず、光信号のまま増幅あるいは光波長に応じてルーティングを行うことを特徴とする光ノードのみを有するネットワークである。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施形態例を詳細に説明する。図中、同一部分は同一符号を付してその説明を省略する。

【0032】〔実施形態例1〕図1は本発明の実施形態例1を示す構成説明図である。すなわち、1つのセンターノード31と3つのリモートノード321, 322, 323が、2本の光ファイバ331, 332によってリング状に接続された光伝送線路試験装置において、前記センターノード31は、光ファイバ(1)331に光合波器51を介して主信号を送信する主信号送信部52、光ファイバ(2)332から光分波器53を介して主信号を受信する主信号受信部54、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバ(1)331に前記光合波器51を介して試験光を送信する試験光送信部55、及び光ファイバ(2)332から試験光を受信する試験光受信部56より構成される。前記各リモートノード321, 322, 323は、光ファイバに設けられた監視波長用合分波器39及び光増幅器34及び光分岐挿入部35、2本の光ファイバ331, 332の2つの主信号出力端間に光カップラ等の光方向性結合器57で結合されて設けられた光経路58、前記光経路58の端部に設けられた光終端器59及び前記光経路58の中間部に設けられた光経路スイッチ60より構成される。

【0033】センターノード31と3つのリモートノード321, 322, 323が2本の光ファイバ331, 332によってリング状に接続されたネットワークを用い、前記各ノード間の光ファイバの状態を知るためにセンターノード31において光ファイバ331, 332に試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードに用いられている光増幅器34の増幅帯域内にあり、各リモートノード321, 322, 323において電氣的に終端されることなく次のリモートノードあるいはセンターノード31へと送出され、各リモートノード321, 322, 323において、光経路スイッチ60が、センターノード31からの一元的なリモート制御によって、ネットワーク内で線路試験を行いたい伝送区間の位置に応じて開

閉され、センターノード31より主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノード321, 322, 323の光増幅器34によって増幅されながら光経路スイッチ60が閉じた光経路及び光ファイバ331, 332を伝送してセンターノード31へ入射し、センターノード31ではその散乱光のみを取り出し、散乱光の時間的変化から光ファイバ断の位置を特定する。

【0034】実施形態例1は、光分岐挿入ノードを用いた2ファイバ双方向リングネットワークへの適用例であり、従来例と比較して異なるのは、光ファイバ(1)331および光ファイバ(2)332に接続された主信号に対する出力側光増幅器34の出力端にそれぞれ光方向性結合器57を用いて光経路58が設けられており、伝送線路の入出力端に試験光を挿入するための試験光用合分波器が除去されている点である。また、その光経路58には光経路スイッチ60が設けられ、光経路58の開閉が可能である。

【0035】例えば、リモートノード(#2)322とリモートノード(#3)323との間のAA'で光ファイバ断が発生した場合について説明する。従来から用いられている監視波長を用いた監視情報より、センターノード31では光ファイバ断が発生した中継区間の位置情報を得ることができる。リモートノード(#2)322とリモートノード(#3)323の間の線路状態を調査するための手順は以下のとおりである。

【0036】(1)光ファイバ破断点の直前にあるリモートノード(#2)322において、光ファイバ(1)331と光ファイバ(2)332を結ぶ光経路58にあるスイッチ60を閉じ、それ以外のリモートノードにおける光経路スイッチをオープンとする。

【0037】(2)センターノード31より光増幅器34の帯域内にある波長を持つ試験光パルスを送出する。

【0038】(3)試験光および試験光によって伝送路内に発生する後方散乱光の伝播経路を図1に点線で示す。X点より先で発生した後方散乱光のみがリモートノード(#2)322において光方向性結合器57により光ファイバ(1)331から光ファイバ(2)332へと移行し、光ファイバ(2)332に接続された光増幅器34によって増幅され、センターノード31の受信部54に達する。

【0039】(4)センターノード31では試験光と同じ波長のみを光分波器53で分波し、受光パワーの時間分布から破断点の距離を特定する。

【0040】通常の線路の保守業務を行う場合も、試験を行いたい伝送路区間に応じて各ノードの光経路スイッチ60の開閉を行うことで測定が可能である。

【0041】時間に対する後方散乱光の受信光パワーの不連続点の生じる時間を特定すれば、伝播時間から破断点までの距離が特定されることは従来の測定法と同様で



ある。この方法を用いた場合の測定値の例を図2

(a), (b)に示す。破断点において反射される試験光のパワーが大きい場合が図2(b)に示した例である。時間に対し受信パワーが減衰するのはファイバの伝送損失によるものである。

【0042】試験光として、ノードに用いられている光増幅器34の帯域内にある波長の光を用いれば、リモートノード(#1)321より遠方にある破断点に対しても、試験光および後方散乱光は、光ファイバ(2)332に接続された光増幅器34によって増幅されるため、センターノード31において十分な大きさの光電力で受信でき、位置の特定が可能となる。したがって、試験光はセンターノード31のみから挿入するのみで、ネットワーク内すべての伝送線路におけるファイバ破断点の位置の特定が可能となる。

【0043】〔実施形態例2〕図3は本発明の実施形態例2を示す構成説明図である。すなわち、1つのセンターノード31と3つのリモートノード321, 322, 323が、2本の光ファイバ331, 332によってリング状に接続されられた最上位ネットワークと、前記各リモートノード321, 322, 323に3つの収容局61, 62, 63が2本の光ファイバ331, 332によってリング状に接続された中間ネットワークと、前記各収容局61, 62, 63に3つの光サービスユニット64, 65, 66が接続された最下位ネットワークよりなる光伝送線路試験装置において、前記センターノード31は、光ファイバ(1)331に光合波器51を介して主信号を送信する主信号送信部52、光ファイバ

(2)332から光分波器53を介して主信号を受信する主信号受信部54、各ノード間の光ファイバの状態を知るために光ファイバ(1)331に前記光合波器51を介して試験光を送信する試験光送信部55、及び光ファイバ(2)332から試験光を受信する試験光受信部56より構成される。前記各リモートノード321, 322, 323は、光ファイバに設けられた監視波長用合分波器39及び光増幅器34及び光分岐挿入部35、2本の光ファイバ331, 332の2つの主信号出力端間に光カップラ等の光方向性結合器57で結合されて設けられた光経路58、前記光経路58の端部に設けられた光終端器59及び前記光経路58の中間部に設けられた光経路スイッチ60より構成される。前記各収容局61, 62, 63は、光ファイバ331, 332に設けられた監視波長用合分波器39及び光増幅器34及び光分岐挿入部35、2本の光ファイバ331, 332の2つの主信号出力端間に光カップラ等の光方向性結合器57で結合されて設けられた光経路58、前記光経路58の端部に設けられた光終端器59及び前記光経路58の中間部に設けられた光経路スイッチ60、光サービスユニット64, 65, 66が接続される光合分波器67、前記光合分波器67と光分岐挿入部35間に接続される光

選択スイッチ68及び光分岐部69より構成される。前記各光サービスユニット64, 65, 66は光通信装置から構成される。

【0044】1つのセンターノード31と3つのリモートノード321, 322, 323が2本の光ファイバ331, 332によってリング状に接続された最上位ネットワーク、及び前記各リモートノード321, 322, 323に3つの収容局61, 62, 63が2本の光ファイバ331, 332によってリング状に接続された中間ネットワーク、及び前記各収容局61, 62, 63に3つの光サービスユニットが接続された最下位ネットワークよりなり、センターノードと各光サービスユニット64, 65, 66が波長の異なる光を用いて通信を行い、リモートノード321, 322, 323あるいは収容局61, 62, 63内においては、通信を行うための光信号の電気的終端処理を一切行わない光波長多重のネットワークを用い、ネットワーク内の各ノード間あるいは収容局間の光ファイバの状態を知るためにセンターノード31において光ファイバ331, 332に試験光を注入する際に、前記試験光は各ノードあるいは各収容局に用いられている光増幅器34の増幅帯域内にあり、各リモートノード321, 322, 323あるいは収容局61, 62, 63において試験光は電気的に終端されることなく通過し、各リモートノード321, 322, 323および各収容局61, 62, 63において、2本の光ファイバ331, 332に対応した2つの主信号出力端間に接続された光経路58に設けた光経路スイッチ60が、センターノード31からの一元的なリモート制御によって、ネットワーク内で線路試験を行いたい伝送区間の位置に応じて開閉され、センターノード31より主信号と同一方向に注入した試験光によって発生した後方散乱光が、各リモートノード321, 322, 323あるいは収容局61, 62, 63の光増幅器34によって増幅されながら、光経路スイッチ60が閉じた光経路58及び光ファイバ331, 332を伝送してセンターノード31へ入射し、センターノード31ではその散乱光を取り出し、散乱光の時間的変化からファイバ断の位置を特定する。

【0045】実施形態例2は、階層化されたリングネットワークにおける適用例であり、本ネットワークでは、センターノード31がユーザ側におかれた光サービスユニット(ONU: Optical Network Unit)64, 65, 66に対して、直接波長多重信号のうちの一波を割り当てる。ONU64, 65, 66は、各ユーザがセンターノード31と直接通信を行うために用いる送受信装置であり、光信号受信機能と、指定波長の光を発光し変調する機能を有している。

【0046】最上位ネットワークは、センターノード31において光信号を電気信号に変換後処理を行い、それ以外のリモートノード321, 322, 323では電気

信号に変換することなく光信号のルーティングが行われる場合について示している。中間ネットワークは、そのリモートノード321、322、323を中心としたリングネットワーク構成である。中間ネットワークに属する局舎を収容局61、62、63と呼ぶこととすると、収容局61、62、63においても信号の電氣的終端処理は行われない。収容局61、62、63に置かれた光選択スイッチ68は現用・予備の光ファイバ331、332に応じて入射波長多重信号の一方を選択するために用いられる。光合分波器67は、波長多重信号を波長ごとに分波し、各ONU64、65、66にあらかじめ割り当てられた波長の光信号のみが到達する選択・分配機能を実現する。また、ONU64、65、66からの送信信号はあらかじめその波長が指定されており、光合分波器67によって合波されたのち光分岐部69によって2つに分岐され、現用と予備の2経路の光ファイバを用いてセンターノード31まで伝送される。センターノード31では、現用と予備の光ファイバより入射した波長多重信号をそれぞれ各波長ごとに分波し、一方の信号のみを選択し受信する。

【0047】収容局61、62、63に置かれた光合分波器67は例えば、波長ごとに出力ポートのことなるAWG (Arrayed Waveguide Grating) が用いられる。

【0048】実施形態例2は、このような波長多重ネットワークにおける各リモートノードあるいは収容局に適用した場合で、リモートノード321、322、323においては、隣接する他のリモートノードあるいはセンターノード31へ信号を送出する出力端どうしを光カップラ等の光方向性結合器57を用いて結び、試験光による後方散乱光の光経路58をもうけ、かつその光経路58には光スイッチ60を設け、必要に応じてその光経路58を断ち切ることができるようにする。収容局61、62、63においても同様である。試験光は最上位ネットワークに位置するセンターノード31のみから入射される。その波長はネットワーク内で用いられる光増幅器34の増幅帯域内である。散乱光の経路を制御する光スイッチ60はセンターノード31より一元的にリモートコントロールされる。

【0049】たとえば、AA' の伝送区間の状態を試験する場合は各リモートノード321、322、323の下位に位置する各収容局61、62、63内の試験光経路を断ち切るようにスイッチ60を断としておく。そして、破断点の上流側の最も近いリモートノード( # 2 ) 322のスイッチ60のみを閉じ、他のノード321、323のスイッチ60は開いておき、光ファイバ( 1 ) 331と光ファイバ( 2 ) 332の間の光経路58を断ておく。そのとき、伝送路断がある場合図2 ( a ) , ( b ) と同様の測定結果が得られる。

【0050】【実施形態例3】また、図3に示したネッ

トワークにおいて、リモートノード( # 2 ) 322より下位に属するリングネットワークにおけるBB' の伝送区間の状態を試験する場合を図4に示す。

【0051】このとき、BB' に最も近く上流側にある収容局( 2 ) 62のみの2本の光ファイバ331、332の間の光経路スイッチ60を閉じておき、その他のすべての収容局内の光経路スイッチ60を開いて他の収容局内の光経路を断ちきっておく。さらに、リモートノード( # 2 ) 322が属する上位のリングネットワークに属する他の各リモートノード321、323においても光ファイバ( 1 ) 331と光ファイバ( 2 ) 332の間に設けられた光経路スイッチ60を開いておく。リモートノード( # 2 ) 322においては、試験光は光分岐挿入部35によって光信号のまま、リモートノード( # 2 ) 322の下位のリングネットワークの光ファイバへ入射し、各収容局61、62、63へと送られる。そして、破断点BB' において反射されリモートノード( # 2 ) 322に戻る。さらに光分岐挿入部35によって光信号のまま他の波長多重信号と合波され光ファイバ( 2 ) 332を伝送されてセンターノード31まで達する。このときの試験光および反射光の伝搬経路を点線で示す。

【0052】この場合のセンターノード31における受信パワーの測定値として、図2 ( a ) , ( b ) に示したような結果が得られ、破断点の位置が特定される。

【0053】【実施形態例4】2ファイバリングにおける各リモートノード321、322、323において、光ファイバ( 1 ) 331と光ファイバ( 2 ) 332の間の光経路58をすべて閉じた場合を図5に示す。ただし、2本の光ファイバ331、332は常に同一のケーブルに収容されているとする。

【0054】試験光送信部55では光サーキュレータ71を用いる。光サーキュレータ71のポート1より入射した試験光はポート2より出力し、光方向性結合器57によって主信号と合波されて光ファイバ( 1 ) 331に入射する。

【0055】リモートノード( # 1 ) 321とセンターノード31の間の光ファイバ( 1 ) 331の中で発生した後方散乱光は、センターノード31へ試験光とは逆方向に入射し、方向性結合器57によって光サーキュレータ71のポート2より導かれポート3より出力する。その後試験光に対応した散乱光のみを光分波器72によって取り出し、合波器73を介して試験光受信部56で受信される。

【0056】リモートノード( # 1 ) 321とリモートノード( # 2 ) 322との間の光ファイバ( 1 ) 331で発生した後方散乱光は、リモートノード( # 1 ) 321から光ファイバ( 1 ) 331を逆方向に伝搬するものと、リモートノード( # 1 ) 321に設けられた光ファイバ( 2 ) 332への光経路58によって、光ファイバ

(2) 332 をセンターノード 31 方向へと伝搬する散乱光とに分かれる。光ファイバ (2) 332 よりセンターノード 31 に入射した散乱光は、分波器 72 によって試験光によって生じた散乱光のみ分波され試験光受信部 56 の前におかれ合波器 73 へと導かれ、光ファイバ

(1) 331 から入射した散乱光と合波されて受信される。

【0057】また、点 X より先の光ファイバ (1) 331 で生じた後方散乱光はリモートノード (#2) 322 の光ファイバ (2) 332 への光経路 58 をとおって、光ファイバ (1) 331 から光ファイバ (2) 332 へと移り、光ファイバ (2) 332 を伝搬してセンターノード 31 へと伝搬する。

【0058】実施形態例 4 における後方散乱光の様子を図 6 (a), (b) に示す。この場合も光ファイバ破断点の状態で、異なる測定結果が得られる。しかしながら、いずれの場合においても、散乱光の時間的変化から破断点の位置が可能である。

【0059】尚、別ネットワークで監視していて、制御信号も別ネットワークで送受信して光経路スイッチ 60 の開閉を行なう。ただし、必ずしも別ネットワークでなくても、図 7 ~ 図 10 の構成をとれば、光経路スイッチ 60 の開閉が制御できる。

【0060】すなわち、光経路スイッチ 60 の開閉信号にパイロットトーンを用いる場合のセンターノード 31 の構成例とリモートノード 321, 322, 323 の構成例をそれぞれ図 7、図 8 に示す。すなわち、図 7 では信号処理部 36 の出力端にパイロット信号重畳回路 74 が接続される。また、図 8 では光受信回路 44 の出力端にパイロット信号復調回路 75 が接続される。

【0061】また、光経路スイッチ 60 の開閉信号を従来から用いられている監視波長に重畳する場合のセンターノード 31 の構成例とリモートノード 321, 322, 323 の構成例をそれぞれ図 9、図 10 に示す。すなわち、図 9 では監視波長用合分波器 39 に監視光送信部 76 を介して接続された監視情報処理部 78 にスイッチ開閉信号 79 が送信される。また、図 10 では監視波長用合分波器 39 に監視光受信部 80 を介して接続された監視情報処理部 81 からスイッチ開閉信号 81 が抽出される。

【0062】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、各中継区間の伝送線路の入出力端に線路断等を調査する試験光を注入するための試験光合分波器を挿入する必要がなくなる。したがって、伝送線路の損失を低減することが可能となり、伝送距離を改善できる。また、ネットワーク内の伝送線路をセンターノード等で一元的に管理することが可能となり、人員配置の効率化が図れ線路復旧までに要する時間が低減される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態例 1 を示す構成説明図である。

【図 2】本発明の実施形態例 1 における試験光挿入時の反射光パワーの測定結果を示す特性図である。

【図 3】本発明の実施形態例 2 を示す構成説明図である。

【図 4】本発明の実施形態例 3 を示す構成説明図である。

【図 5】本発明の実施形態例 4 を示す構成説明図である。

【図 6】本発明の実施形態例 4 における試験光挿入時の反射光パワーの測定結果を示す特性図である。

【図 7】本発明の実施形態例に係るスイッチ開閉信号としてパイロットトーンを用いる場合のセンターノードの構成例を示す構成説明図である。

【図 8】本発明の実施形態例に係るスイッチ開閉信号としてパイロットトーンを用いる場合のリモートノードの構成例を示す構成説明図である。

【図 9】本発明の実施形態例に係るスイッチ開閉信号を監視波長を用いて伝達する場合のセンターノードの構成例を示す構成説明図である。

【図 10】本発明の実施形態例に係るスイッチ開閉信号を監視波長を用いて伝達する場合のリモートノードの構成例を示す構成説明図である。

【図 11】従来の監視波長を用いた光ファイバ断監視方式を示す構成説明図である。

【図 12】従来の監視波長を用いた光ファイバ断監視方式における試験光挿入時の反射光パワーの測定結果を示す特性図である。

【図 13】従来の 2 ファイバ双方向リングネットワークを示す構成説明図である。

【図 14】従来の 2 ファイバ双方向リングネットワークのセンターノードの構成例を示す構成説明図である。

【図 15】従来の 2 ファイバ双方向リングネットワークのリモートの構成例を示す構成説明図である。

【符号の説明】

31 センタノード

321, 322, 32n リモートノード

331, 332 光ファイバ

34 光増幅器

35 光分岐挿入部

51 光合波器

52 主信号送信部

53 光分波器

54 主信号受信部

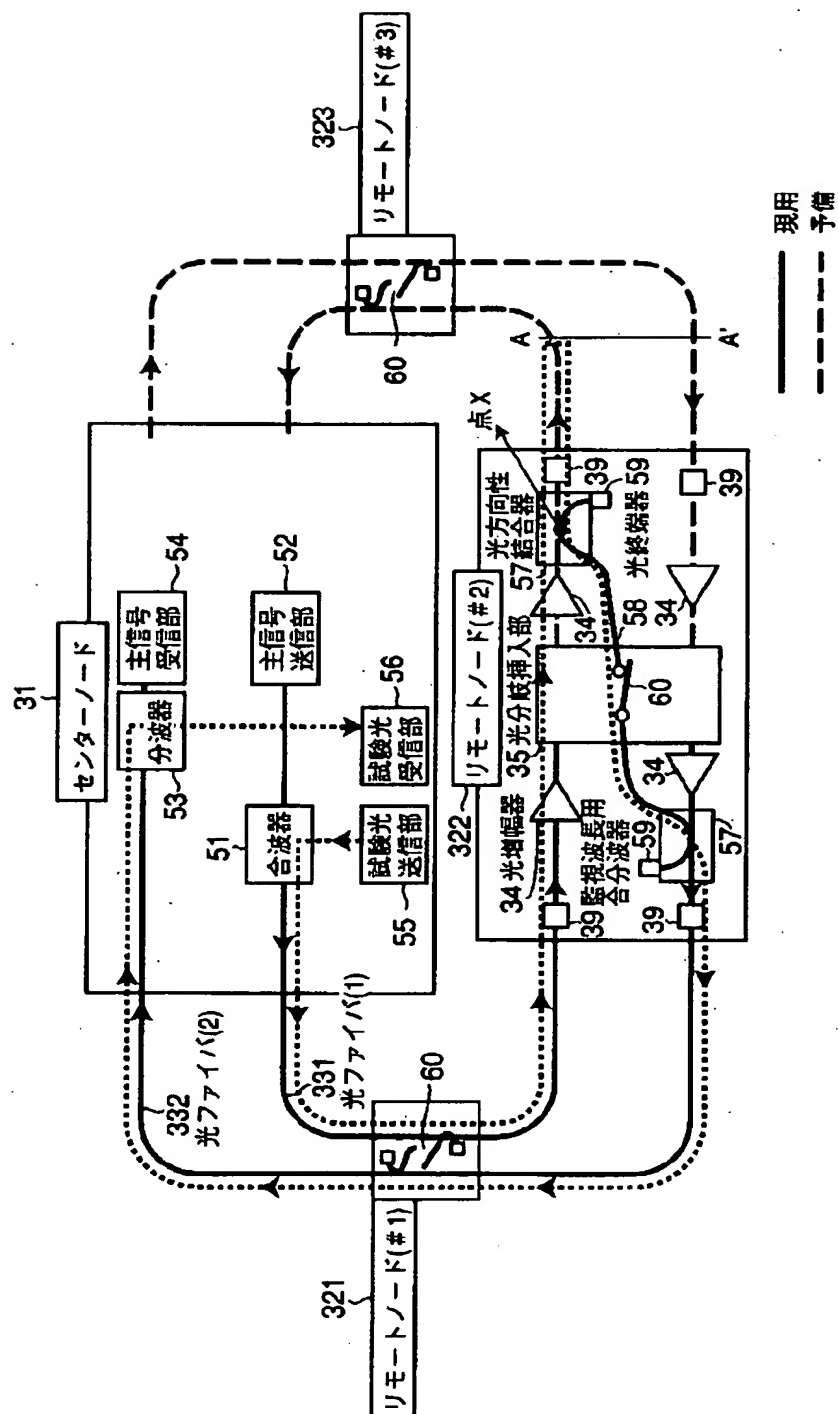
55 試験光送信部

56 試験光受信部

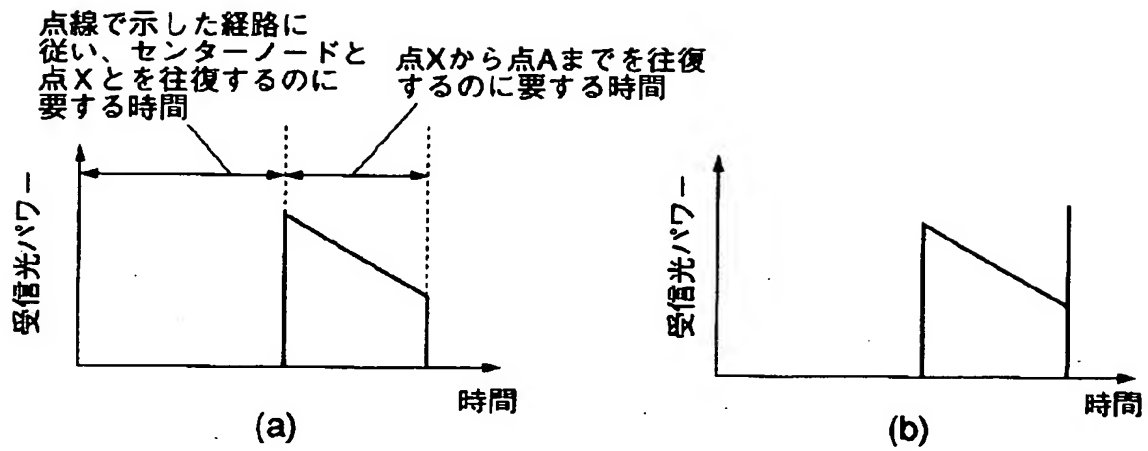
57 光方向性結合器

58 光経路

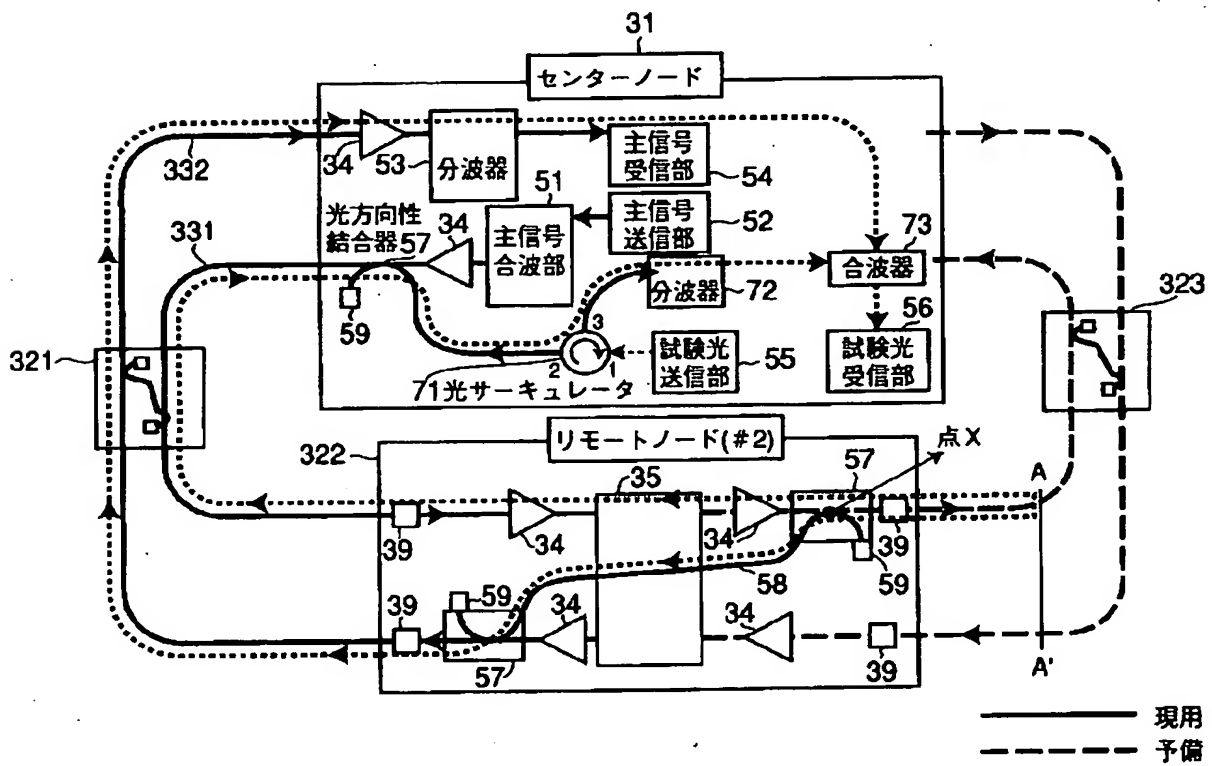
59 光終端器



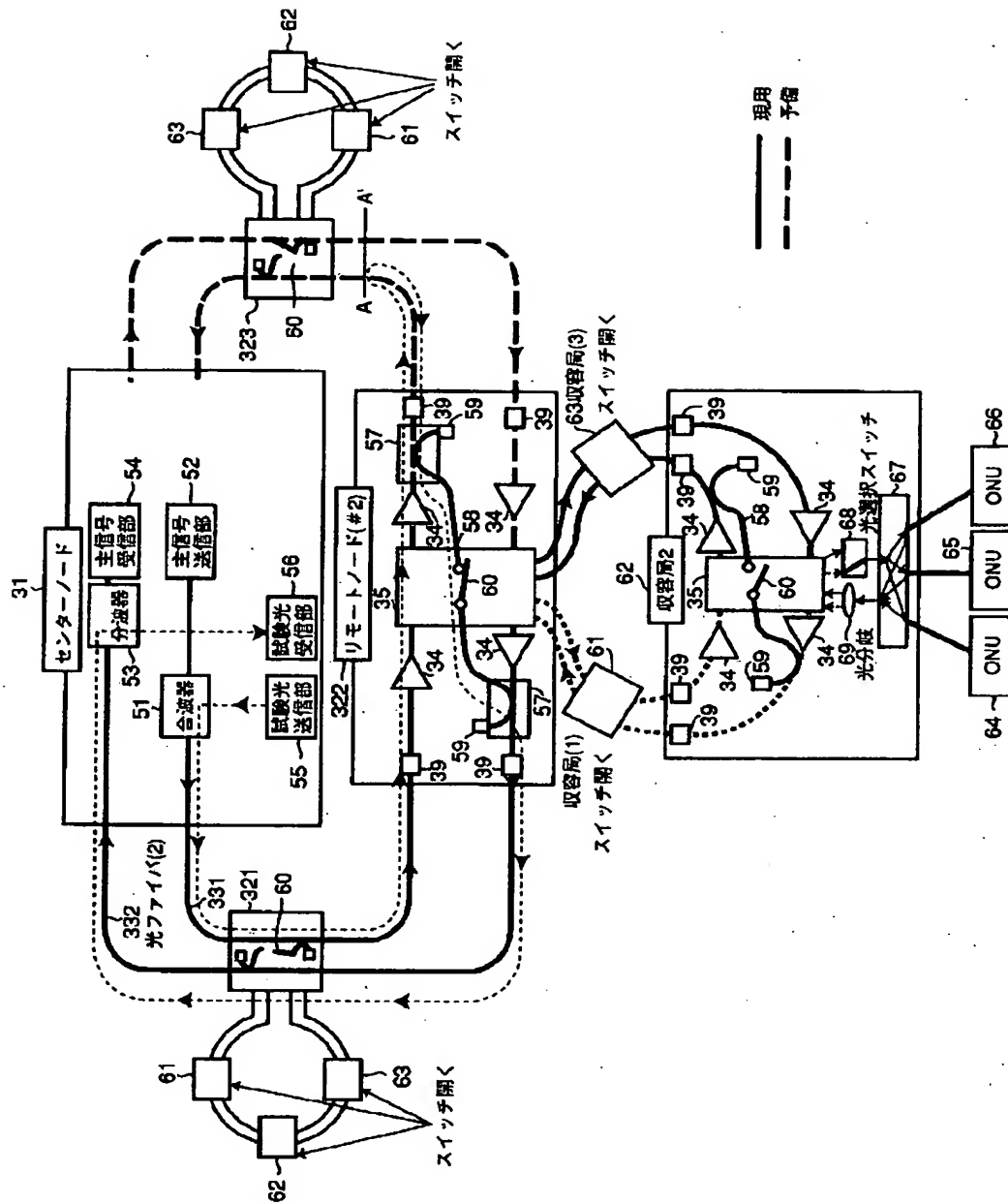
【図2】



【図5】

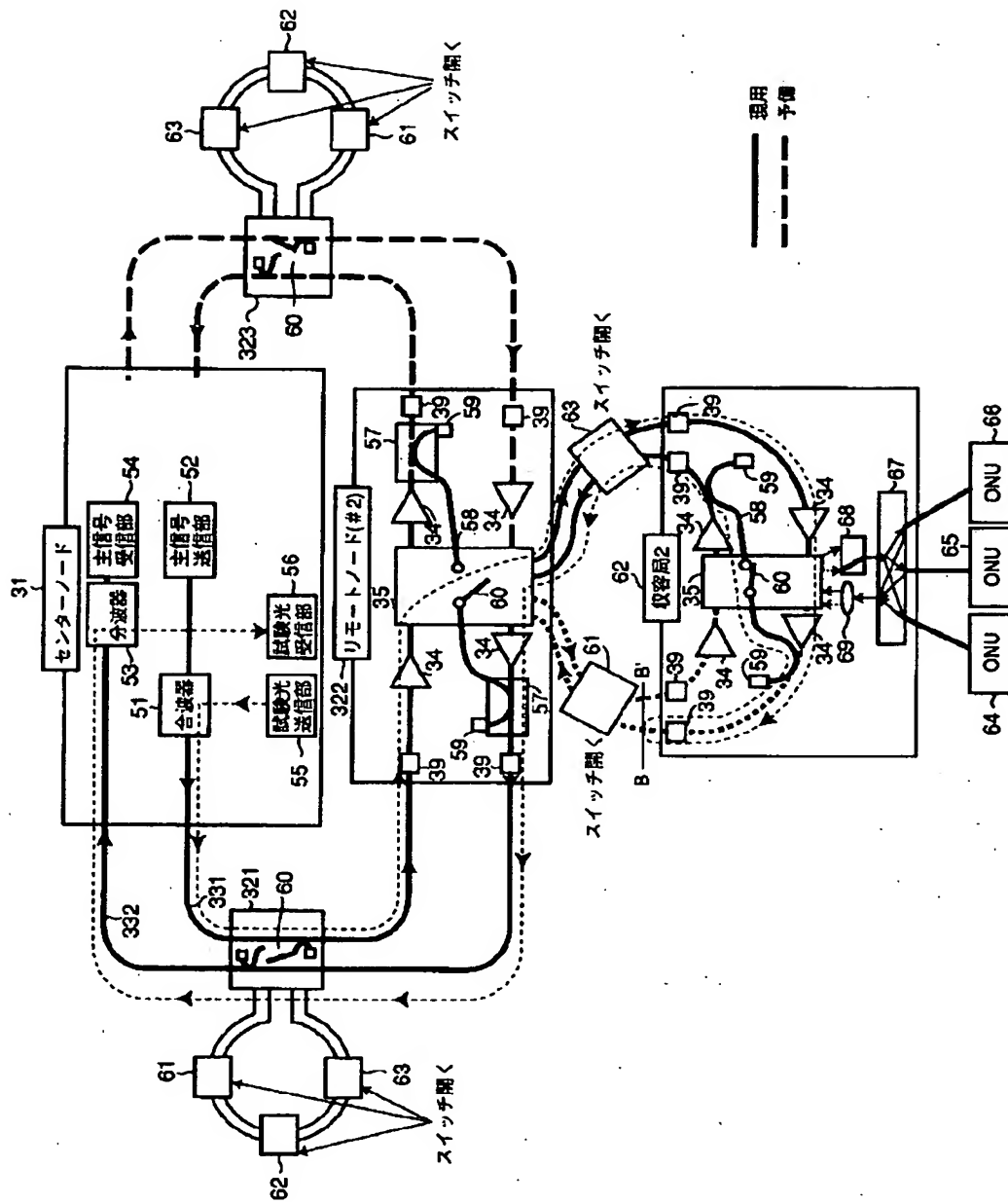


【図3】



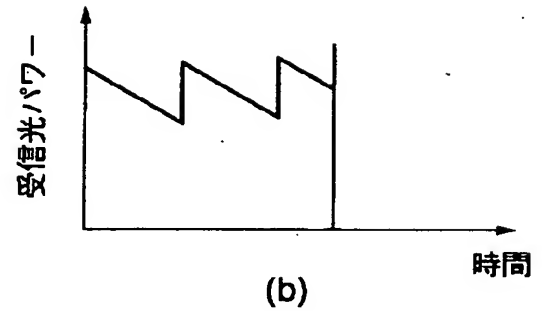
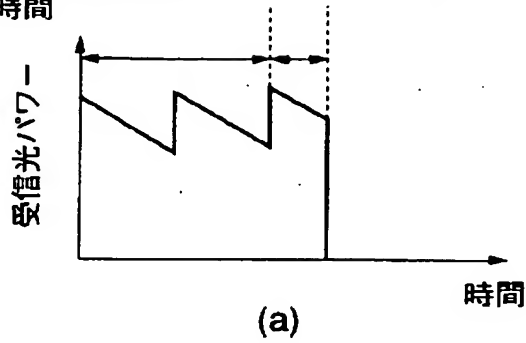


【図4】

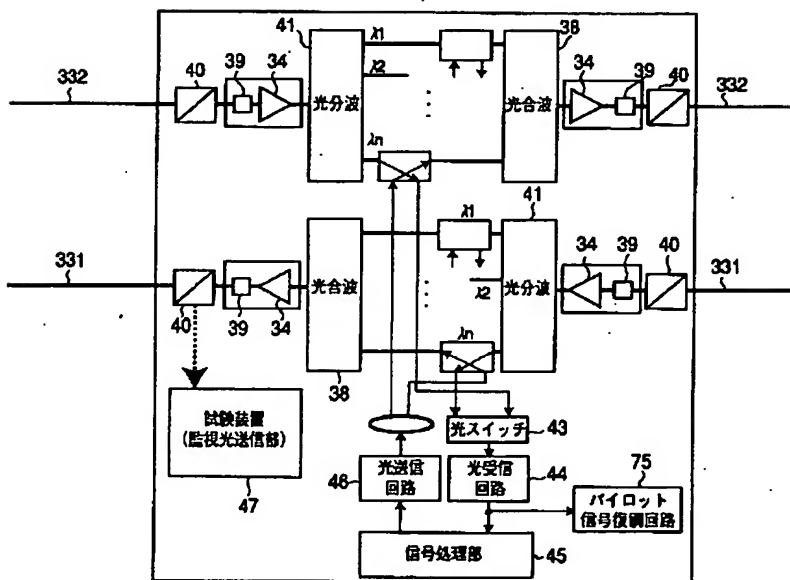


【図6】

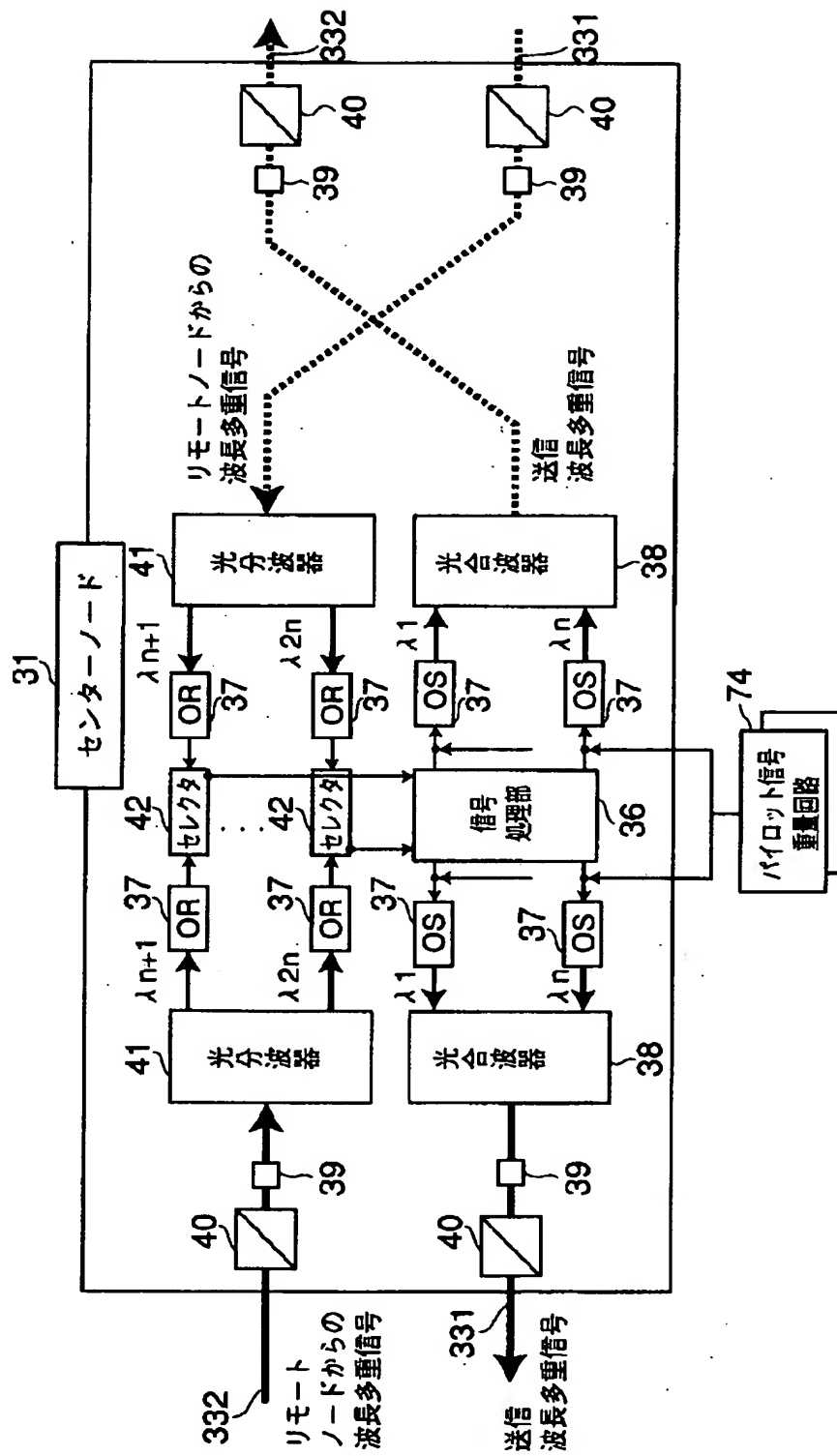
点線で示した経路に従い、センターノードと点Xとを往復するのに要する時間  
 点Xから点Aまでを往復するのに要する時間



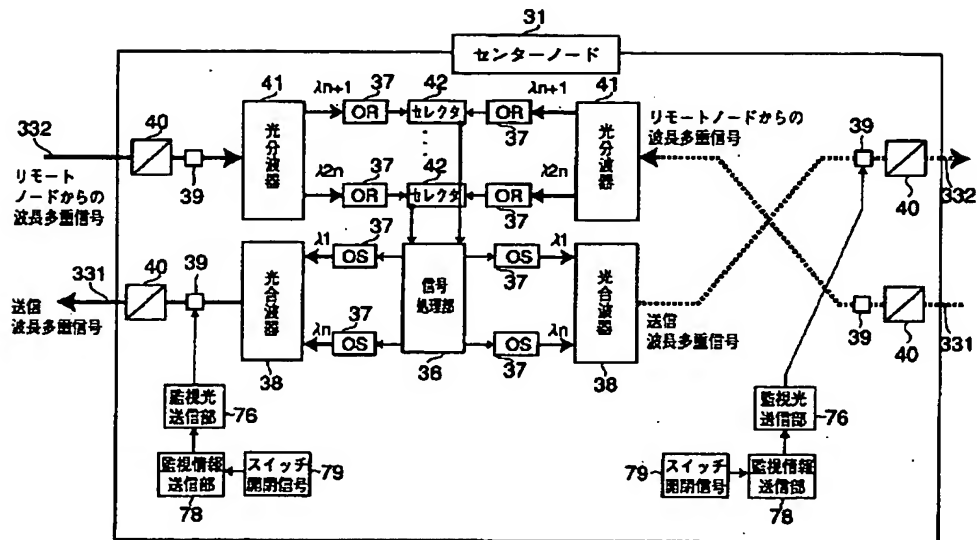
【図8】



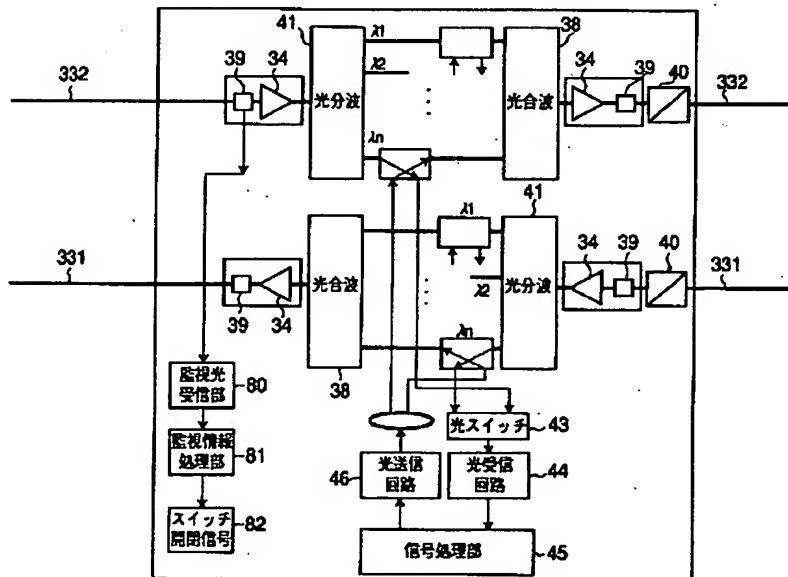
【図7】



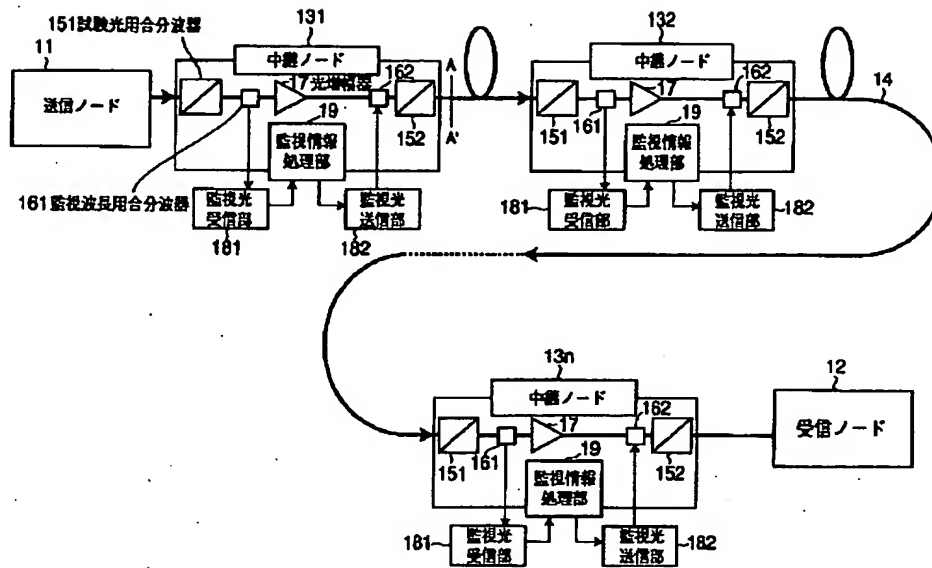
【図9】



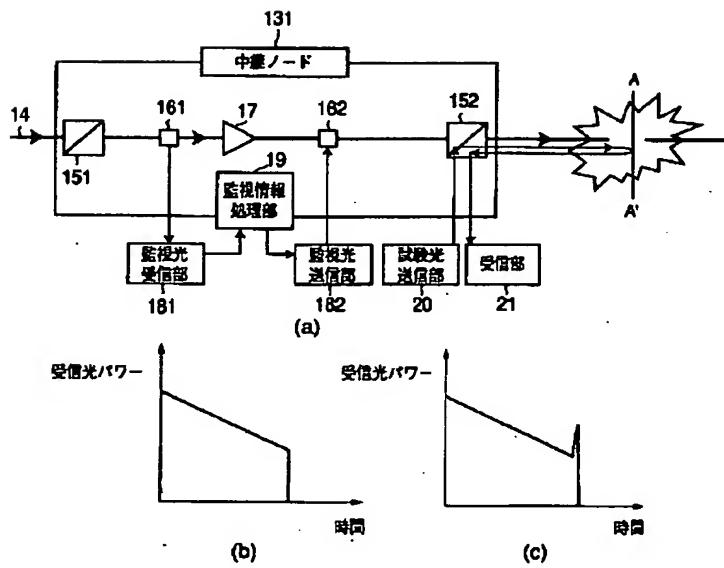
【図10】



【図11】



【図12】



[illegible]



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F 1

テーマコード (参考)

H 0 4 B 17/02

(72) 発明者 角田 正豊

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日  
本電信電話株式会社内

F ターム (参考)

2G086 CC01

5K002 AA01 AA03 AA06 BA05 BA06

DA02 DA04 DA11 EA07 EA33

FA01 GA03 GA04

5K042 AA08 CA10 DA35 EA01 JA01

MA02